

脳卒中片麻痺者の肢節体積，密度 -PET装置の透過 スキャンを用いた測定-

著者	戸 仁郎
号	52
発行年	2002
URL	http://hdl.handle.net/10097/22552

氏 名（本籍）たかとじんろう
高 戸 仁 郎

学 位 の 種 類博士（障害科学）

学 位 記 番 号医博（障）第52号

学位授与年月日平成14年9月25日

学位授与の条件学位規則第4条第1項該当

研 究 科 専 攻東北大学大学院医学系研究科
（博士課程）障害科学専攻

学 位 論 文 題 目脳卒中片麻痺者の肢節体積，密度
－PET装置の透過スキャンを用いた測定－

（主 査）

論 文 審 査 委 員教授市江雅芳教授伊藤正敏

教授山田章吾教授福田寛

論文内容要旨

PET のトランスミッションスキャン（透過スキャン）は、これまでに生体の肢節体積，密度，重量，重心位置などを計測できることが明らかにされている。本研究では，脳卒中による麻痺が身体肢節の体積，密度に及ぼす影響を明らかにするために，脳卒中片麻痺者 9 名（女 5 名，男 4 名）を被験者として，PET の透過スキャンを用いて計測した体積・密度を麻痺側と非麻痺側で比較した。

被験者は平均年齢 71.2 ± 7.7 歳，平均身長 155.1 ± 7.7 cm，平均体重 51.1 ± 10.6 kg で，発症よりの期間は平均 99.0 日（中央値 74 日）最小 54 日，最大 213 日であった。いずれの被験者も肩手症候群の典型的な所見はなかった。計測対象は両側の上腕部・前腕部・大腿部・下腿部・足部であった。計測に先立ち，PET 装置の信頼性を検証するため，これまでに報告されている人体組織密度に近い，5 種類の異なる溶液をファントムに用いて同時に撮像した。同じ測定日に 10 回連続で測定した PET 画像より各ファントムの平均 γ 線減弱係数を求めた。10 回の平均 γ 線減弱係数から変動係数（CV 値）を算出した。5 種類のファントムの CV 値は最小 0.35%，最大 1.10% で安定した計測値が得られることを確認した。

人体肢節の測定において，上腕部で体積の平均値に麻痺側と非麻痺側（ $918.2 \text{ cm}^3 - 1087.7 \text{ cm}^3$ ）の間に有意な差がみられた。上腕部を肢節長の中点より体幹部に近い部分（上腕近位部），肘関節に近い部分（上腕遠位部）に分割し左右の体積を比較した結果，上腕近位部の麻痺側と非麻痺側で有意差がみられたが（ $421.7 \text{ cm}^3 - 555.3 \text{ cm}^3$ ），遠位部では有意差はみられず，脳卒中片麻痺によって，麻痺側上腕近位部の体積が変化しやすいことが示された。上腕近位部には三角筋，上腕二頭筋・三頭筋など筋が多くを占めており，これらの廃用性萎縮が上腕近位部の体積を減少させたと推察した。上腕部の麻痺側体積を非麻痺側体積で除した値を上腕部の体積比率とし，上肢麻痺程度（上肢ブルンストロームステージ：上肢 Br ステージ），上肢機能レベル（脳卒中上肢機能検査得点：MFS）との相関を分析した。上肢 Br ステージ，MFS とも上腕部体積比率と有意な相関はなく，このことは今回対象とした被験者の麻痺の程度や機能レベルが一律に低かったためと考えた。

次に各肢節の性状の変化を密度で代表し，左右の密度を比較した。その結果，上腕部の麻痺側と非麻痺側（ $0.80 \text{ g/cm}^3 - 0.86 \text{ g/cm}^3$ ）で密度の平均値に有意差がみられた。体積同様に上腕部を近位部と遠位部に分割して左右の密度を比較した結果，上腕近位部で麻痺側と非麻痺側に有意差がみられたが（ $0.80 \text{ g/cm}^3 - 0.85 \text{ g/cm}^3$ ），遠位部では密度に差がみられなかった。これらのことから，上腕近位部において，脳卒中片麻痺による性状の変化が起きやすいのではないかと推察された。上肢と下肢では，その機能特性から筋繊維の組成が異なると言われている。上肢には速筋

線維（タイプⅡ線維）、下肢には遅筋線維（タイプⅠ線維）が多く含まれており、脳血管障害の対象者では上肢のタイプⅡ線維が選択的に萎縮することが知られている。このことから、本研究の脳卒中片麻痺者においては、タイプⅡ線維が比較的多い麻痺側上腕部において、性状の変化が起きたために麻痺側と非麻痺側の密度に違いが生じたと推察した。次に、各肢節における麻痺側の非麻痺側に対する密度の比を密度比率とし、肢節間で相関分析を行った。その結果、上腕部の密度比率と前腕部の密度比率との間には有意で高い正の相関がみられた。また、下肢についても大腿部と下腿部で密度比率に有意な正の相関が見られたが、上肢（上腕部、前腕部）と下肢（大腿部、下腿部、足部）の間にはいずれも有意な相関はなく、上肢と下肢の密度変化は一様でないことが示され、上肢の性状の変化は下肢とは異なる機序で変化すると推察した。密度に差がみられた上腕部について、上腕部密度比率と上肢 Br ステージ・MFS との相関を分析した結果、いずれも密度比率との間に有意な相関はなかった。このことも被験者の上肢麻痺の程度、麻痺側上肢機能レベルが一律に低いことが反映していると考えた。

以上より、PET 装置の透過スキャンは身体肢節の計測において高い安定性を持つことが確認された。また、脳卒中片麻痺患者の麻痺側上腕部で肢節体積・密度の減少が見られ、上腕部に脳卒中による運動麻痺の影響があらわれやすいことが示された。

審 査 結 果 の 要 旨

本研究は、PET 装置の透過スキャンで人体肢節の体積、密度が直接計測できることを利用して、脳卒中片麻痺者の肢節体積、肢節密度が中枢性麻痺によってどのように変化するかを検討したものである。

まず、PET 装置の透過スキャンで、人体の肢節密度を計測する際の装置の測定精度について、密度の異なる溶液をファントムに用いて検証した。5 分間のスキャンを 10 回繰り返した際の誤差を、各ファントムの平均画素値から γ 線減弱係数をもとめて比較した結果、測定値のばらつきは小さく、高い精度を有することが確認された。また、日をおいて同様の計測を 6 回行った結果、密度の高い溶液については、測定日毎の計測値に統計的に有意なばらつきが見られ、経時的な測定値の変化を検討する際には、この点について配慮すべきであることが示された。

次に、脳卒中片麻痺者を対象に、PET 装置の透過スキャンを用いて、身体肢節の体積、密度を計測した。上腕部の体積の平均値に麻痺側と非麻痺側で有意な差がみられ、さらに上腕部を近位部と遠位部に分割して比較した結果、麻痺側近位部での体積の減少が認められた。麻痺側上肢の体積が減少したことは、廃用性筋萎縮によるものと考えられた。また、上腕部の密度の平均値にも麻痺側と非麻痺側で有意な差がみられ、なかでも麻痺側近位部での密度の低下が顕著であった。上腕における麻痺側近位部の密度変化がみられたことより、肢節の廃用によって筋の体積だけでなく、組成も変化する可能性が示された。

以上、本論文は、脳卒中片麻痺者の肢節体積が中枢性麻痺によって減少することを示すとともに、肢節密度も変化することを明らかにした。これまで、生体の肢節密度を低侵襲で計測することは困難で、脳卒中患者の肢節密度を計測した例はなく、廃用性筋萎縮の解明に重要な貢献をなすものであり、学位の授与に値するものと考えられる。